



Blp

RALPH  
MC ELROY TRANSLATION  
COMPANY

November 12, 2003

Re: 6735-95673

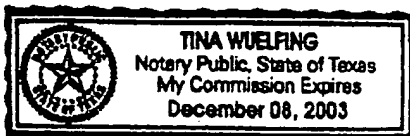
To Whom It May Concern:

This is to certify that a professional translator on our staff who is skilled in the Japanese language translated the enclosed Japanese Kokai Patent Application No. Sho 61[1986]-1024 from Japanese into English.

We certify that the attached English translation conforms essentially to the original Japanese language.

Kim Vitray  
Operations Manager

Subscribed and sworn to before me this 12th day of November, 2003.



Tina Wuelfing  
Notary Public

EXCELLENCE WITH A SENSE OF URGENCY®

910 WEST AVE.  
AUSTIN, TEXAS 78701  
[www.mcelroytranslation.com](http://www.mcelroytranslation.com)



(512) 472-6753  
1-800-531-9977  
FAX (512) 472-4591

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

C-8223-5F

⑬ 公開 昭和61年(1986)1月7日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 半導体回路製造装置

⑮ 特 願 昭59-122491

⑯ 出 願 昭59(1984)6月12日

⑰ 発 明 者 中 尾 修 治 伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・  
アイ研究所内  
⑱ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号  
⑲ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体回路製造装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) プラズマを利用する半導体回路製造装置において、単純トラス形真空容器と、該真空容器内に垂直直流磁界を作成するコイルと、上記真空容器内にマイクロ波を供給しプラズマを生成するマイクロ波供給手段と、該生成されたプラズマに交流電界を印加するトランスとを備えたことを特徴とする半導体回路製造装置。

(2) 上記垂直直流磁界、マイクロ波または交流電界の強度の制御によりプラズマの量を制御可能であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体回路製造装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は半導体回路製造装置に関し、特にプラズマエッチング、プラズマCVD、プラズマ灰化プラズマ直接窒化膜形成などのプラズマを利用し

たプラズマプロセス装置に関するものである。

(従来技術)

従来のこの種の装置におけるプラズマとしては、主に磁界を印加しない非磁化プラズマが用いられている。また磁界を印加するものとしては、直線形磁界中の電子サイクロトロン共振(以下ECRと略す)プラズマがある。

従来のプラズマ発生方法は、外部より磁界を印加しない真空容器を真空ポンプにより減圧し、プラズマ発生用ガスを適当な圧力、流量において容器内に導入し、次いで、容器の内部もしくは外部に設置されたコイル、平行平板電極などのアンテナに高周波電力を印加することによりプラズマを発生させるというものである。そしてこのプラズマにより発生した荷電粒子、フリーラジカルなどが、容器内に置かれた半導体基板表面と物理的および/もしくは化学的に反応することにより、所期の効果を得るものである。

またプラズマの他の発生方法としては、直流放電によるもの、ECR放電によるものなどがある。

また、荷電粒子の基板表面との反応を除去するため、金属メッシュなどにより、プラズマを遮断し、荷電粒子の反応領域への流入を阻止するものもある。

従来のプラズマプロセス装置は以上のようなものであり、プラズマの制御が容易でなく、反応粒子（例えば、陽イオン、フリーラジカル）を選択的に半導体基板と反応させることが出来ない。また、半導体基板表面のプラズマに対する電位の制御が難しい。このため、荷電粒子の衝突による基板の損傷、絶縁膜形成時のチャージアップによる絶縁破壊などの欠点があった。

#### （発明の概要）

本発明は上記のような従来のものの欠点を除去するためになされたもので、単純トーラス形磁界中のプラズマを利用することにより、プラズマの制御が容易となり、半導体基板表面のチャージアップを防止でき、かつ正イオン、もしくは負イオン及び電子、もしくはフリーラジカル等の中性粒子を選択的に半導体基板と反応させることのでき

る半導体回路製造装置を提供することを目的としている。

#### （発明の実施例）

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図は本発明の一実施例を示し、図において、1はトーラス形真空容器であり、該容器1より上、下及び外向きに出ている角ダクト1aは、該容器1に半導体基板などを導入するポートであり、該ポート1aは容器1にプラズマを生成するためのマイクロ波電力を供給するマイクロ波供給手段ともなっている。2はトロイダル磁界を発生するトロイダルコイル、3はトーラスを含む面に垂直方向の垂直磁界を発生する垂直磁場コイル、4はトーラス1に沿う交流電界を電磁誘導により発生し、該電界をプラズマに印加するトランスのコア、5はトランスの一次巻線、6は半導体基板を保持するマニピュレーター、7は半導体基板、8はプラズマである。

次に動作について説明する。トーラス形真空容器1はプラズマの純度を高めるため高真空（約 $10^{-6}$

Torr）に排気する。さらに、水素のグロー放電により表面の酸素、炭素などを除去し、清浄化する。また、真空容器1の内面はプラズマによるスパッター、反応などを防ぐため、チタン窒化物などの耐スパッター、耐反応物で被覆されている。次にプラズマ発生用のガスを真空容器1に導入する。続いて、トロイダルコイル2に電流を流し、トロイダル磁界を発生する。次に、高電力マグネトロンなどにより生成されたマイクロ波をいずれかのポートより真空容器1に入射する。入射マイクロ波の周波数が、トロイダル磁場による電子サイクロトロン共鳴（ECR）周波数と一致すると、トーラス形真空容器1内にプラズマ8が発生する。このプラズマの密度、電子温度は入射マイクロ波電力、ガス圧力により制御される。またプラズマの径はトーラス形真空容器1の内壁もしくは容器1内に設けるオリフィスにより制御される。半導体基板7はロードロックなどを用い、容器1全体を大気圧にすることなしに、真空容器1のポートに導入され、マニピュレーター6により保持され

る。

本発明の特徴は、単純トーラス形磁界配位における、プラズマ粒子のドリフト運動を利用することにある。この磁界配位では、磁力線の曲がり、及び磁界強度の傾きの効果により、第2図に示すように、荷電粒子はいわゆるトロイダルドリフトする。このドリフトは粒子の電荷の符号によりそのドリフト方向が逆になるため、プラズマは上下に分極し、これにより上下方向の電界が発生する。この電界とトロイダル磁界によるいわゆる $\vec{E} \times \vec{B}$ ドリフトにより、荷電粒子は電荷の符号、質量などによらず、同じ速度でトーラスの外側へドリフトする。このように正に荷電した粒子10と負に荷電した粒子9が同じ速度をもってトーラスの外側の壁に入射するので、従来のプラズマ発生法では必然的に生じていた、いわゆるシースがほとんど生じない。これにより、シースの電界で加速された粒子による基板の損傷、また、一方に荷電した粒子が集まることによるチャージアップが防止される。またチャージアップを無視できる工程に

おいてはトーラス容器の上下に半導体基板を設置することにより負に荷電した粒子もしくは正に荷電した粒子の一方を選択的に半導体基板と反応させることが可能である。

また、垂直磁界コイル3によりプラズマに垂直磁界を印加することにより分極した電荷が磁力線に沿う電子流により短絡され、上下方向の電界が減少し、これにより径方向のプラズマ流が減少することが知られている。この現象を利用することにより半導体基板表面へのプラズマ流量の制御が可能になる。また、トランス4、5を用い、プラズマに交流電界を印加することにより、プラズマ密度の上昇が可能となる。更にマイクロ波電力の増減と交流電界とを併用することによりプラズマ増量の制御が容易になり、各種の半導体回路製造工程に適合させることが容易となる。

このように本実施例装置では、トーラス形真空容器の外側に設置した半導体基板に対してはチャージアップの防止が可能であり、真空容器の上下に設置した半導体基板に対しては、荷電粒子をそ

の電荷により選択的に反応させることが可能である。またプラズマの制御も容易になる。

なお、上記実施例ではトーラスにおけるプラズマの発生をECR法により行なった場合を説明したが、RF放電、DC放電を用いてもよく、上記実施例と同様の効果を奏する。

#### 〔発明の効果〕

以上のように、この発明に係る半導体回路製造装置によれば、単純トーラス磁界中で生成したプラズマを利用するようにしたので、トーラス形真空容器の外側に設置した半導体基板に対してはチャージアップの防止が可能であり、上下に設置した半導体基板に対しては、荷電粒子をその電荷により選択的に反応させることが可能であり、またプラズマの制御も容易になるという効果が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例による半導体回路製造装置を示す斜視図、第2図は単純トロイダル磁界中でプラズマ粒子の運動を示す概念図である。

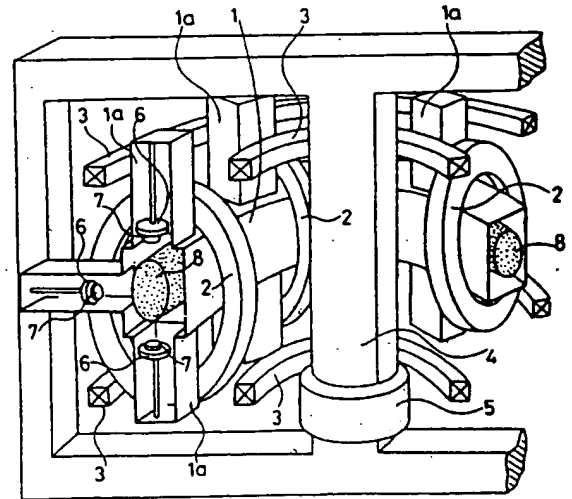
る。

1…トーラス形真空容器、1a…角ダクト（マイクロ波供給手段）、2…トロイダルコイル、3…垂直磁界コイル、4…トランスのコア、5…トランスの一次巻線、6…マニピュレーター、7…半導体基板、8…プラズマ、9…負に荷電した粒子、10…正に荷電した粒子。

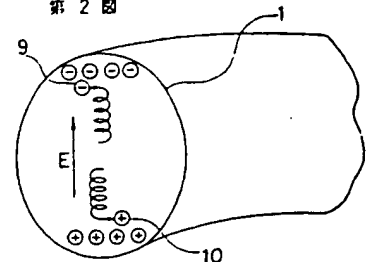
なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄

第1図



第2図



## 手 続 補 正 書 (自 発)

昭和 59 年 10 月 23 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 59-122491号

2. 発明の名称

半 導 体 回 路 製 造 装 置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
名 称 (601)三菱電機株式会社  
代表者 片 山 仁 八 郎

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
三菱電機株式会社内  
氏 名 (7375)弁理士 大 岩 増 雄  
(連絡先 03(213)3421(特許部))

打 式  
査 方

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。

以 上

## 特許請求の範囲

(1) プラズマを利用する半導体回路製造装置において、単純トーラス形真空容器と、該真空容器内に垂直直流磁界を形成するコイルと、上記真空容器内にマイクロ波を供給しプラズマを生成するマイクロ波供給手段と、該生成されたプラズマに交流電界を印加するトランスとを備えたことを特徴とする半導体回路製造装置。

(2) 上記垂直直流磁界、マイクロ波または交流電界の強度の制御によりプラズマの諸量を制御可能であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体回路製造装置。

Japanese Kokai Patent Application No. Sho 61[1986]-1024

---

Job No.: 6735-95673

Translated from Japanese by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL (A)  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. SHO 61[1986]-1024

Int. Cl. <sup>4</sup> :	H 01 L 21/302
Sequence No. for Office Use:	C-8223-5F
Filing No.:	Sho 59[1983]-122491
Filing Date:	June 12, 1984
Publication Date:	January 7, 1986
No. of Claims:	1 (Total of 4 pages)
Examination Request:	Not filed

SEMICONDUCTOR CIRCUIT PRODUCTION DEVICE

Inventor:	Shuji Nakao Mitsubishi Electric Corp. LSI Research Lab. 4-1 Mizuhara, Itami-shi
Applicant:	Mitsubishi Electric Corp. 2-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
Agents:	Masuo Oiwa, patent attorney, and 2 others

[All amendments are incorporated into the translation.]

Claims

1. A semiconductor circuit production device utilizing plasma, characterized in that it is equipped with a simple toroidal vacuum vessel, a coil for generating a vertical DC magnetic field in said vacuum vessel, a microwave feeding means which feeds microwaves into said vacuum vessel to generate plasma, and a transformer which applies an AC electric field to said generated plasma.

2. The semiconductor circuit production device described in Claim 1 characterized in that the quantity of plasma to be applied can be controlled by controlling the strength of the aforementioned vertical DC magnetic field, the microwave, or the AC electric field.

### Detailed explanation of the invention

#### Technical field of the invention

The present invention pertains to a semiconductor circuit production device. More specifically, it pertains to a plasma processor utilizing plasma for plasma etching, plasma CVD, and direct formation of a nitride film through plasma ashing, for example.

#### Prior art

Conventionally, non-magnetized plasma not applied with a magnetic field has been utilized as plasma for this kind of device. Electron cyclotron resonance (abbreviated as ECR hereinafter) plasma in a linear magnetic field is available as [plasma] with a magnetic field applied.

In the case of a conventional plasma generating method, the pressure in a vacuum vessel not without any external magnetic field applied is reduced using a vacuum pump, a plasma gas is introduced at an appropriate flow rate and under an appropriate pressure, and high-frequency power is then applied to a coil provided inside or outside of the vessel and an antenna, such as parallel plate electrodes, in order to generate plasma. Then, a desired effect is achieved as charged particles generated by said plasma and free radicals react either physically or chemically with the surface of a semiconductor substrate placed in the vessel.

In addition, other plasma generating methods utilize a DC discharge or an ECR discharge. In addition, in yet another method, a metal mesh is used to shut off plasma so as to prevent the charged particles from flowing into the reaction area in order to eliminate the reaction of the charged particles with the substrate surface.

In conventional plasma processors the plasma cannot be controlled easily, and the reacting particles (for example, positive ions and free radicals) cannot be made to react selectively with the semiconductor substrate. Also, the potential of the semiconductor substrate surface relative to the plasma is difficult to control. Accordingly, there were problems with damage to the substrate due to collisions of the charged particles and dielectric breakdown due to charging-up during the formation of an insulating film.

#### Outline of the invention

The present invention was made to eliminate said conventional problems, and its purpose is to present a semiconductor circuit production device by which plasma can be controlled easily



through the utilization of plasma in a simple toroidal magnetic field; the surface of a semiconductor substrate can be prevented from being charged up; and positive ions or negative ions and electrons or neutral particles, such as free radicals, can be made to interact selectively with the semiconductor substrate.

#### Application example of the invention

An application example of the invention will be explained below using the figures. Figure 1 shows an application example of the present invention. In the figure, 1 is a toroidal vacuum vessel, rectangular duct 1<sub>a</sub> extending vertically and outwardly from said vessel 1 is a port for introducing a semiconductor substrate into said vessel 1, and said port 1<sub>a</sub> serves also as a microwave feeding means for feeding microwave power used to generate plasma in vessel 1. 2 is a toroidal coil for generating a toroidal magnetic field, 3 is a vertical magnetic field coil for generating a vertical magnetic field in the direction perpendicular to the plane containing the torus, 4 is a transformer core which generates an AC electric field along torus 1 by means of electromagnetic induction and applies said electric field to plasma, 5 is a primary coil of the transformer, 6 is a manipulator for holding the semiconductor substrate, 7 is a semiconductor substrate, and 8 is plasma.

Its operations will be explained next. Toroidal vacuum vessel 1 is evacuated to a high level of vacuum (approximately  $10^{-8}$  torr) in order to increase the purity of the plasma. Furthermore, oxygen and carbon are removed for cleaning by means of a glow discharge of hydrogen. In addition, the inner surface of vacuum vessel 1 is coated with a sputtering-resistant or a reaction-resistant substance, such as titanium nitride, in order to prevent sputtering and reactions due to the plasma. Next, a plasma-generating gas is introduced into vacuum vessel 1. Then, a current is applied to toroidal coil 2 in order to generate a toroidal magnetic field. Next, microwaves generated using a high-power magnetron are emitted into vacuum vessel 1 through one of the ports. When the frequency of the incident microwave matches the electron cyclotron resonance (ECR) frequency due to the toroidal magnetic field, plasma 8 is generated in toroidal vacuum vessel 1. The density of said plasma and the electron temperature are controlled by means of incident microwave power and gas pressure. In addition, the diameter of the plasma is controlled by means of the inner wall of toroidal vacuum vessel 1 or an orifice provided in vessel 1. Semiconductor substrate 7 is introduced into a port of vacuum vessel 1 using a loading lock without bringing the entire vessel 1 to atmospheric pressure and is supported by manipulator 6.

The present invention is characterized in that it utilizes the drifting of plasma particles in simple toroidal magnetic field coordination. In the case of said magnetic field coordination, the charged particles engage in what is called a toroidal drift as shown in Figure 2 due to the effects of the curvature of the magnetic lines and the tilting of the magnetic field intensity. Because the

particles drift in opposite directions depending on the signs of the particle charges, the plasma is polarized vertically, and an electric field in the vertical direction is generated as a result. The charged particles drift out of the torus at a fixed rate due to what is called  $\vec{E} \times \vec{B}$  drift caused by said electric field and the toroidal magnetic field regardless of the charge sign and the mass. Because positively-charged particles 10 and negatively-charged particles 9 are incident on the outer wall of the torus at the same rate, a so-called sheath, which used to be inevitable in the conventional plasma generating method, is minimally created. Accordingly, damage to the substrate by the particles accelerated by the electric field of the sheath and to charging-up caused as particles charged in one polarity get together can be prevented. In addition, in a step where the charging-up can be ignored, either the negatively-charged particles or the positively-charged particles can be made to react with the semiconductor substrate selectively by placing the semiconductor substrate above or below the torus vessel.

In addition, it has been known that the electric charges polarized as the vertical magnetic field is applied to the plasma using vertical magnetic field coil 3 are short-circuited by streams of electrons along the magnetic lines to reduce the electric field in the vertical direction, and the plasma wave in the radial direction is reduced as a result. The flow rate of the plasma to the semiconductor substrate surface can be controlled utilizing this phenomenon. In addition, the density of the plasma can be increased by applying an AC electric field to the plasma using the transformer (4 and 5). Furthermore, the quantity of plasma to be applied can be controlled easily by increasing/decreasing the microwave power simultaneously with the controlling of the AC electric field, so that it can be made suitable for a variety of semiconductor circuit production steps.

As described above, with the device of the present application example, a semiconductor substrate placed outside of the toroidal vacuum vessel can be prevented from being charged up, and charged particles can be made to interact selectively with a semiconductor substrate placed either above or below the vacuum vessel. In addition, the plasma can be controlled easily.

Furthermore, although a case in which the ECR method was used to generate plasma in the torus was explained in the above application example, the same effects as those of the above application example can be achieved utilizing RF discharge or DC discharge also.

#### Effect of the invention

As described above, because the semiconductor circuit production device pertaining to the present invention utilizes the plasma generated in a simple torus magnetic field, it offers the effects that a semiconductor substrate placed outside of the toroidal vacuum vessel can be prevented from being charged up, charged particles can be made to interact selectively with a

semiconductor substrate placed either above or below the vacuum vessel, and the plasma can be controlled easily.

### Brief description of the figures

Figure 1 is a perspective view of the semiconductor circuit production device in accordance with an application example of the present invention, and Figure 2 is a schematic diagram showing the movement of plasma particles in a simple toroidal magnetic field.

1 ... toroidal vacuum vessel; 1a ... rectangular duct (microwave feeding means); 2 ... toroidal coil; 3 ... vertical magnetic field coil; 4 ... core of transformer; 5 ... primary coil of transformer; 6 ... manipulator; 7 ... semiconductor substrate; 8 ... plasma; 9 ... negatively-charged particles; and 10 ... positively-charged particles.

Furthermore, in the figures, identical symbols indicate identical parts or their equivalents.

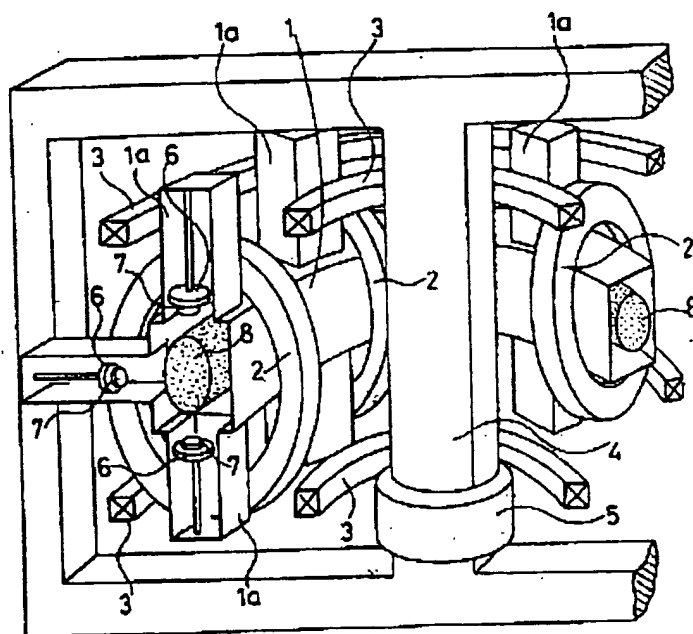


Figure 1

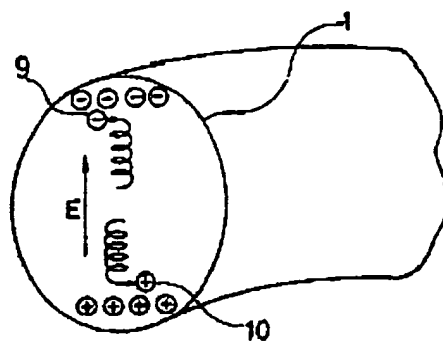


Figure 2